Підсумкова модульна робота 1
з предмету
основи оптоелектроніки
студента 3-го курсу МА
Середюк Павло Олександрович

1. Оптоелектроніка - розділ електроніки, що охоплює дослідження ефектів взаємодії електро-магнітного поля оптичного діапазону і довжини хвиль з електронами в речовинах і методи створення оптоелектронних приладів і пристроїв, що використовують ці ефекти для генерації, пе-редачі, прийому, обробки, запису, зберігання і відображення інформації

2. Оптоелектроний пристрій - це пристрій чутливий до електромагнітного випромінювання у ультрафіолетовій, видимій, інфрачервоній об-ластях.

3. - високочостотності, гостре фокусування, спрямованість, розв'язка, візуалізація, просторова

модуляція.

4. мають бути компактними, мало спожи-
вати енергії, високий ККД.

5. — Джерела випромінювання (когерентні
і некогерентні), волоконні світлопроводи, муль-
типлексори і демультиплексори, фотоприймачі
(фотодіоди, фоторезистори), модулятори, дефле-
ктори, просторово-часові модулятори світла
(керовані транспаранти)

6. Рів-ня Максвела описують електричне та
магнітне поле, створене зарядами й стру-
мами.

$$\text{rot } B = \frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t} + \frac{4\pi}{c}j \text{ — закон Ампера, визначає}$$
магнітне поле.

$$\text{rot } E = -\frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t} \text{ — закон Фарадея, визначає електри-}$$
чне поле.

$$\text{div } B = 0 \text{ — теорема Гаусса, не існує монопольних}$$
магнітних зарядів

$$\text{div } E = 4\pi\rho \text{ — рів-ня Пуасона, навколо електри-}$$
чних зарядів існує електричне поле.

7. Описують поведінку речовини під впливом поля.

$$\vec{j} = \sigma E \qquad D = \varepsilon E \qquad B = \mu H$$

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \qquad \mu = \mu_r \mu_0 \qquad \varepsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2}$$

8.

$$\vec{n}_{12} \cdot (B^{(2)} - B^{(1)}) = 0$$

$$\vec{n}_{12} \cdot (D^{(2)} - D^{(1)}) = \hat{\rho}$$

$$\vec{n}_{12} \times (H^{(2)} - H^{(1)}) = \hat{j}$$

$$\vec{n}_{12} \times (E^{(2)} - E^{(1)}) = 0$$

9. Рів-ня яке описує розповсюдження хвиль у просторі.

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{1}{S^2} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0$$

x — просторова координата;

t — час; S — фазова швидкість поширення хвилі

U — невідома ф-ція

10. $N^2 = \varepsilon_r \mu_r - i \mu_r \sigma / \omega \varepsilon_0$

ε_r — електрична проникність

μ_r — магнітна проникність

σ-питома провідність.

10. $\nabla^2 H - \varepsilon \mu \dfrac{\partial^2 H}{\partial t^2} - \sigma \mu \dfrac{\partial H}{\partial t} = 0$

12. $n^2 - k^2 = \varepsilon_r \mu_r$ n - коефіцієнт заломлення

    $2nk = \dfrac{\mu_r \sigma}{\omega \varepsilon_0}$ k - коефіцієнт поглинання

13. Плоска хвиля - хвиля, фронт якої має форму площини

    $\underset{\sim}{E_0} \, e^{\,[i(kx - \omega t)]}$

14. Поперечна хвиля - хвиля, яка поширюється в напрямку перпендикулярному до площини, в якій Магнітне поле завжди перпендикулярне до електричного.

    $s \times H = -i \dfrac{N}{c\mu} E$ H - магнітний вектор;

    $H = \dfrac{N}{c\mu}(s \times H)$ E - електричний вектор;

                            s - вектор нормалі до хвильового фронту хвилі, що задає напрям поширення хвилі.

E, H, S - права трійка векторів.

15. Швидкість поширення електромагнітних хвиль у вакумі рівна швидкості світла. При переході хвиль з одного середовища в інше їх частота не змінюється. Вони поперечні.

16. Вектор щільності потоку енергії електромагнітного поля

$$S = E \times H$$

17. Коефіцієнт поглинання — кількісна характеристика зменшення інтенсивності випромінювання при проходженні через середовище.

$$K = \frac{4\pi k}{\lambda},$$ k — показник поглинання.

18. Групова швидкість — це швидкість переміщення площини максимальної амплітуди.

$$\vartheta_{груп} = \frac{\delta \omega}{\delta k}$$

$$\vartheta_{гр.} = \vartheta_{ф} + \frac{c\lambda}{n^2}\frac{dn}{d\lambda}$$ — дисперсійна формула

Релея, яка показує звʼязок між груповою

на фазову швидкість.

19. 1) Класична теорія дисперсії зумовлена Лоренца основана на розв'язуванні рів-ня руху для електричних зарядів, що знаходяться в кристалі та здійснюють вимушені коливання під дією змінного електричного поля електромагнітної хвилі.

Такими електричними зарядами є:
— зв'язані електрони;
— вільні електрони;
— заряди позитивних і негативних іонів.

2) При розгляді взаємодії поля електромагнітної хвилі на зв'язані електрони атомів враховується їх гальмування.

3) Діелектрик розглядається як сукупність осциляторів, що вимушено коливаються під дією світлового поля.

4) Атом розглядається як гармонічний осцилятор з круговою частотою власних коливань.

5) На осцилятор діє пружна сила, яка лінійно зростає зі збільшенням зміщення електрону з положення рівноваги.

20. Область, де показчик заломлення n збільшується з зміною частоти називається областю нормальної дисперсії, а область, де навпаки, показчик заломлення зменшується — область аномальної дисперсії.

$$\varepsilon_1 = n^2 - k^2 = 1 + \frac{(e^2 N / m \varepsilon_0)(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + g^2 \omega^2}$$

$$\varepsilon_2 = 2nk = \frac{(e^2 / N m \varepsilon_0) \, \omega g}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + g^2 \omega^2}$$

21. Інтегральний зв'язок між дійсною і уявною частиною будь-якої комплексної ф-ції, аналітичного у верхній площині.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + i \varepsilon_2$$

$$\varepsilon_1(\omega) = 1 + \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{\Omega \varepsilon_2(\Omega)}{\Omega^2 - \omega^2} \, d\Omega$$

$$\varepsilon_2(\omega) = -\frac{2\omega}{\pi} \int_0^\infty \frac{\varepsilon_1(\Omega) - 1}{\Omega^2 - \omega^2} \, d\Omega$$

22.
$$\varepsilon_1 = n^2 - k^2 = 1 + \frac{(e^2 N / m \varepsilon_0)(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + g^2 \omega^2}$$

$$\varepsilon_2 = 2nk = \frac{(e^2 N / m \varepsilon_0) m g}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + g^2 \omega^2}$$

23.
$$\varepsilon_1 = n^2 - k^2 = 1 + \sum_i \frac{(e^2 N f_i / m \varepsilon_0)(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 g_i^2}$$

$$\varepsilon_2 = 2nk = \sum_i \frac{(e^2 N f_i / m \varepsilon_0) g_i \omega}{(\omega_0^2 - \omega^4)^2 + \omega g_i^2}$$

24.
$$\omega_p^2 = \frac{N e^2}{m \cdot \varepsilon_0} \quad - \text{плазмова частота}$$

25. При міжзонному поглинанні в напівпровіднику ми повинні вважати за енергію початкового стану E_i енергію валентної E_v зони, а за енергію кінцевого стану — енергію зони провідності $E_c(k_e)$

$$k_v = k_e = k; \quad E_c - E_v = \hbar \omega; \quad m_r = \frac{m_e m_h}{m_e + m_h}; \quad k = \sqrt{2 m_r (\hbar \omega - E_g)}$$

$$\alpha(\omega) = P \cdot \omega \cdot (\hbar \omega - E_g)^{1/2} [F(E_c) - F(E_v)]$$
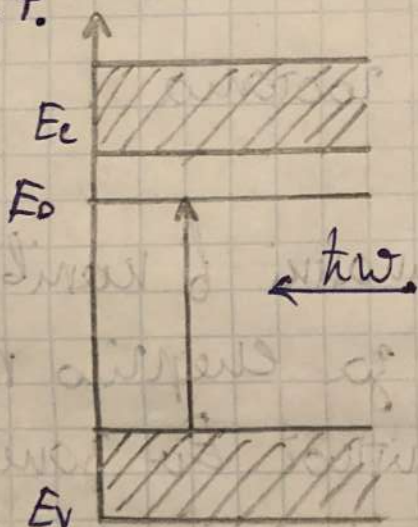
26. Невертикальні переходи відбуваються з погли-

кацям або випаданням фотонів. Такі переходи визначають поглинання, яке розташоване з довго-хвильового боку від границі власного погли- кання при прямих переходах.

$$E' - E = \hbar\omega \pm E_{ph}, \quad E\text{-кінцева, початкова енергія фотона.}$$

$$\alpha \sim N_q\left(\hbar\omega + E_{ph} - E_g\right)^2 + (N_q + 1)\left(\hbar\omega - E_{ph} - E_g\right)^2$$

27.

валентна зона – іонізований донор
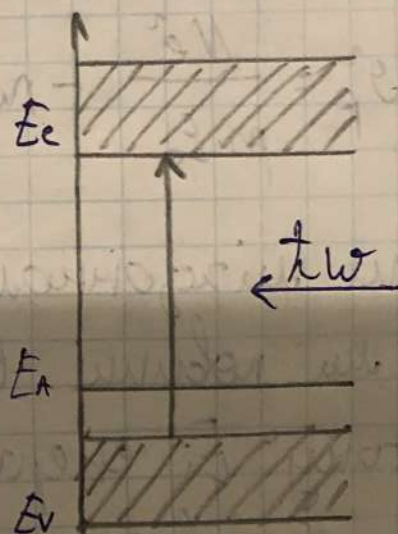
іонізований акцептор – зона провідності

28. Під дією електричного поля в напівпро- відику відбувається похил енергетичних зон. Кут похилу пропорційний величині

електростатичного поля. Можливе проявлення ефекту тунелювання.

29. Дія магнітного поля призводить до того, що рух електронів в напрямку перпендикулярному полю стає квантованим так, що закон дисперсії носіїв трансформується в набір вкладених одна в одну парабол.

30. Якщо носії заряду рухаються під кутом до напрямку магнітного поле B, то його траєкторія буде являти собою спіраль, що навивається вздовж напрямку магнітного поля, а кругова частота обертання визначається циклотронною частотою.

$$\omega_c = \frac{eB}{m^*} \quad \omega_c = 56\pi \frac{M}{M^*} B, \ \text{ГГц}$$

Таким чином якщо електромагн. явище НВЧ діапазону, що поляризована під деяким кутом до напрямку B падає на зразок, вона поглинається найбільш ефективно на частоті. Це явище називається циклотронним резонансом.